

Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline Untuk Pemodelan Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) di Jawa Timur

Elfrida Kurnia Litawati dan I Nyoman Budiantara
Jurusan Statistika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail: elfridania_103@yahoo.com, i_nyoman_b@statistika.its.ac.id

Abstrak—Pertumbuhan ekonomi merupakan masalah perekonomian dan menjadi salah satu fenomena penting yang dialami beberapa negara di dunia belakangan ini. Dalam pembangunan, pertumbuhan ekonomi yang tinggi merupakan sasaran yang diharapkan dapat tercapai, terutama bagi negara berkembang. Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia, yang mana pada tahun 2010, nilai LPE mencapai 6,68%, masih lebih besar jika dibandingkan dengan LPE nasional di tahun yang sama yaitu sebesar 6,10%. Banyak faktor yang mempengaruhi Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) di Provinsi Jawa Timur, sehingga perlu dilakukan pemodelan untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang secara signifikan mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi. Penelitian ini menggunakan 4 faktor yang diduga mempengaruhi Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) yaitu TPAK (x_1), APBD (x_2), IBS (x_3), dan DAU (x_4). Data tersebut merupakan data tahun 2011 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Jawa Timur. Metode yang digunakan untuk memodelkan Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) ialah regresi nonparametrik spline linier dengan titik knot optimal yaitu pada kombinasi knot yang mana memiliki nilai GCV (*Generalized Cross Validation*) terkecil. Adapun variabel yang memberikan pengaruh signifikan adalah semua variabel dengan koefisien determinasi sebesar 85,66% yang menunjukkan bahwa model yang terbentuk layak digunakan untuk memodelkan pola data.

Kata Kunci—Regresi Nonparametrik Spline, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE), Knot, dan GCV.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan masalah perekonomian dan menjadi salah satu fenomena penting yang dialami beberapa negara di dunia belakangan ini. Proses pertumbuhan ekonomi disebut sebagai *Modern Economic Growth* yang mana merupakan suatu proses pertumbuhan output perkapita dalam jangka panjang. Hal ini mengandung pengertian bahwa dalam jangka panjang, kesejahteraan tercermin pada peningkatan output perkapita yang sekaligus memberikan banyak alternatif dalam mengkonsumsi barang dan jasa, serta diikuti oleh daya beli masyarakat yang semakin meningkat. Dalam pembangunan, pertumbuhan ekonomi yang tinggi merupakan sasaran yang diharapkan dapat tercapai, terutama bagi negara berkembang. Pertumbuhan ekonomi dapat dilihat dari semakin meningkatnya laju produk perkapita, peningkatan arus barang dan modal, serta perubahan struktur dari sektor perekonomian ke sektor industri dan jasa [1]. Laju pertumbuhan ekonomi merupakan tingkat perkembangan agregat pendapatan untuk masing-masing

tahun dibandingkan tahun sebelumnya serta memberikan gambaran mengenai kinerja tiap kabupaten/kota dalam memanfaatkan potensi yang ada [2]. Tinggi rendahnya laju pertumbuhan ekonomi dapat dijadikan patokan untuk melihat maju tidaknya perekonomian suatu negara dan juga digunakan untuk mengukur tingkat kesejahteraan masyarakat.

Pertumbuhan ekonomi Indonesia terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, namun pada krisis moneter 1998 mengalami penurunan yang cukup tajam dan pada awal tahun 2000, perekonomian Indonesia mulai stabil dan menunjukkan peningkatan. Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan pertumbuhan ekonomi yang cukup baik. Pertumbuhan ekonomi Jawa Timur berdasarkan PDRB atas dasar harga konstan 2000 selama 3 tahun terakhir adalah 5,94 persen (2008), 5,01 persen (2009), dan 6,68 persen (2010). Pertumbuhan ekonomi Indonesia tahun 2010 yang mencapai angka 6,1 persen, hal ini menyatakan bahwa pertumbuhan ekonomi Jawa Timur masih lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan ekonomi nasional. Untuk itu penelitian ini berfokus pada laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur. Sehubungan dengan hal tersebut maka penelitian ini ditujukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur. Sehingga diharapkan dengan mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur, pemerintah dapat menggunakan atau lebih memperhatikan faktor-faktor tersebut dalam upaya pembangunan ekonomi Jawa Timur yang terus meningkat dan juga sebagai referensi Indonesia untuk meningkatkan perekonomian nasional.

Penelitian mengenai laju pertumbuhan ekonomi telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Variabel rasio kapital tenaga kerja, tingkat pendidikan, stok kapital, dan pertumbuhan penduduk berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi Indonesia menggunakan metode Ordinary Least Square (OLS) oleh Pancawati [3]. Edi [4] meneliti dengan metode regresi panel spasial, studi kasus laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur 2007-2009 menggunakan empat variabel prediktor diantaranya Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Rata-Rata Lama Sekolah (SKLH), persentase Dana Alokasi Umum (DAU) terhadap total penerimaan, serta jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS).

Untuk penelitian dengan menggunakan regresi *spline*, pernah dilakukan oleh Mubarak [5] menggunakan regresi

spline multivariabel untuk pemodelan kematian penderita DBD di Jawa Timur. Akan tetapi untuk penelitian laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur dengan menggunakan metode analisis regresi *spline* masih belum pernah dilakukan. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan diselidiki mengenai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur dengan menggunakan model *spline*. Metode *spline* sangat baik dalam memodelkan data yang memiliki pola yang berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu. *Spline* merupakan model yang mempunyai interpretasi statistik dan interpretasi visual serta mempunyai kemampuan yang sangat baik untuk digeneralisasikan pada pemodelan statistika yang kompleks dan rumit [6]. Wahba [7] memberikan metode untuk memilih parameter penghalus optimal dalam estimator *spline* yaitu dengan *Generalized Cross Validation* (GCV).

Terdapat dua permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana karakteristik laju pertumbuhan ekonomi serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi dan bagaimanakah pemodelan laju pertumbuhan ekonomi menggunakan regresi nonparametrik *spline*. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah menggunakan *Generalized Cross Validation* (GCV) dalam pemilihan titik knot optimal pada *spline* linear 1 knot, 2 knot, 3 knot, dan 4 knot, serta kombinasi knot.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dan prediktor dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui. Model regresi nonparametrik [8] secara umum seperti pada Persamaan (1) berikut ini.

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Pendekatan nonparametrik digunakan untuk mengestimasi kurva regresi karena model tidak ditentukan terlebih dahulu seperti pada regresi parametrik. Dalam pandangan regresi nonparametrik data diharapkan mencari sendiri kurva regresi tanpa dipengaruhi oleh faktor subyektifitas peneliti.

B. Spline Dalam Regresi Nonparametrik

Salah satu model regresi nonparametrik yang digunakan adalah *spline*. *Spline* merupakan polinomial tersegmen yang memiliki sifat fleksibilitas. *Spline* sangat tergantung pada titik knots. Titik knots merupakan titik perpaduan bersama dimana terjadi pola perubahan perilaku dari suatu fungsi pada selang yang berbeda [9]. Secara umum fungsi G dalam ruang *spline* berorde m dengan titik knots k_1, k_2, \dots, k_J adalah sembarang fungsi yang dapat dinyatakan seperti Persamaan (2).

$$G(x_i) = \sum_{j=0}^m \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^J \beta_{k+m} (x_i - K_k)_+^m \quad (2)$$

dengan,

$$(x_i - K_k)_+^m = \begin{cases} (x_i - K_k)^m, & x_i \geq K_k \\ 0, & x_i < K_k \end{cases}$$

β merupakan parameter-parameter model dengan m merupakan orde *spline* [10]. Estimasi parameter model regresi *spline* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$y_i = G(x_i) + \varepsilon_i \quad (3)$$

C. Pemilihan Titik Knot Optimum

Estimator *spline* terbaik diperoleh dengan menggunakan titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola perilaku fungsi atau kurva. Titik knot optimal dapat diperoleh dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV) [9].

$$GCV(K_1, K_2, \dots, K_M) = \frac{MSE(K_1, K_2, \dots, K_M)}{\left(n^{-1} \text{tr}[I - H(K_1, K_2, \dots, K_M)] \right)^2} \quad (4)$$

D. Pengujian Parameter

Pengujian parameter dilakukan untuk menentukan variabel prediktor mana saja yang memiliki hubungan nyata dengan variabel respon. Terdapat dua tahap pengujian yaitu sebagai berikut.

1. Uji Serentak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah parameter model regresi telah signifikan secara serentak. Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji F.

2. Uji Individu

Setelah dilakukan uji serentak diperoleh kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter signifikan, maka perlu diketahui secara individu parameter mana yang signifikan dan mana yang tidak signifikan. Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji t .

E. Uji Asumsi Residual

Data yang akan dianalisis dengan menggunakan regresi nonparametrik *spline*, harus memenuhi asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal.

1. Uji Identik

Pengujian asumsi identik pada residual merupakan uji homogenitas varians residual. Jika asumsi terlanggar atau pada kondisi heteroskedastisitas, maka varians residual tidak konstan sehingga menyebabkan estimasi koefisien kurang akurat [11].

2. Uji Independen

Pengujian independensi residual bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar residual. Korelasi antar residual yaitu korelasi antara residual pada pengamatan ke- i dengan pengamatan ke- $(i-1)$ yang biasa disebut dengan autokorelasi.

3. Uji Distribusi Normal

Pengujian asumsi distribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapat dari publikasi BPS tahun 2011 serta data hasil SUSENAS 2011, dengan unit penelitian yang diamati adalah kabupaten/kota di Jawa Timur, yang terdiri dari 38 wilayah administratif dengan 29 kabupaten dan 9 kota. y merupakan variabel respon dan x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4 merupakan variabel prediktor.

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan antara lain Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) (y), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) (x_1), Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) (x_2), Jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) (x_3), serta Dana Aliran Umum (DAU) (x_4).

C. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Membuat statistika deskriptif dari masing-masing variabel untuk mengetahui karakteristik masing-masing kabupaten/kota di Jawa Timur.
2. Membuat scatter plot antara laju pertumbuhan ekonomi (y) dengan masing-masing variabel prediktor.
3. Memodelkan laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur dengan menggunakan *spline* linier dengan beberapa titik knot.
4. Memilih titik knots optimal berdasarkan GCV minimum.
5. Memodelkan laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur dengan variabel-variabel prediktornya menggunakan *spline* dengan knots optimal.
6. Melakukan pengujian signifikansi parameter dan pengujian asumsi residual model *spline* terbaik.
7. Menghitung R^2 .
8. Membuat interpretasi dan kesimpulan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Laju Pertumbuhan Ekonomi dan Faktor yang Diduga Mempengaruhi

Karakteristik Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Jawa Timur ditunjukkan pada Tabel 1.

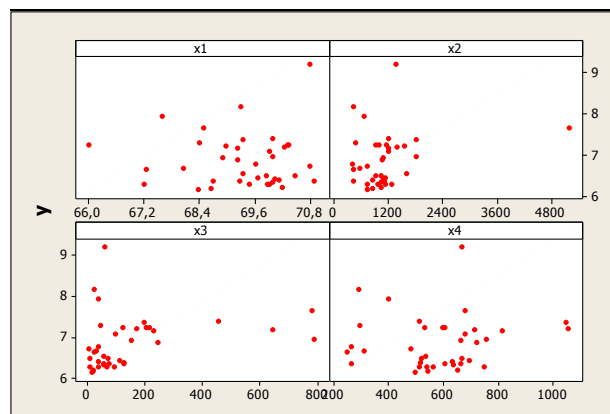
B. Scatterplot Antara Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) dengan Faktor yang diduga Mempengaruhi

Pola hubungan yang terbentuk antara Laju Pertumbuhan Ekonomi (y) yang merupakan variabel respon dengan x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4 divisualisasikan pada Gambar 1.

Gambar 1. menunjukkan pola hubungan yang terbentuk antara Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) dengan keempat variabel tersebut tidak membentuk pola tertentu. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat komponen nonparametrik dimana fungsi dari kurva regresi tidak diketahui.

C. Model Regresi Nonparametrik Spline

Model regresi nonparametrik spline untuk 1 titik knot ditunjukkan pada Persamaan (5).



Gambar 1. Scatterplot antara Laju Pertumbuhan Ekonomi (y) dengan Variabel Prediktor x_1 , x_2 , x_3 , dan x_4

Tabel 1.
Karakteristik Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur dan Faktor-faktor yang Diduga Mempengaruhi

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
y	6,856	0,416	6,14	9,2
x_1	69,359	1,179	66,03	70,91
x_2	1138	583565	426	5195
x_3	151,3	39221,7	9	794
x_4	583,9	35080,2	250,2	1059,2

Tabel 2.
GCV Untuk 1 Titik Knot, 2 Titik knot, 3 Titik knot, 4 titik knot dan Kombinasi Knot

No.	Knot	GCV
1	1 Titik Knot	0,482338
2	2 Titik Knot	0,374352
3	3 Titik Knot	0,277084
4	4 Titik Knot	0,2229
5	Kombinasi Knot(1,4,3,4)	0,174193

Cetak tebal— Nilai knot yang menghasilkan GCV terendah.

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 (x_1 - k_1)_+ + \hat{\beta}_3 x_2 + \hat{\beta}_4 (x_2 - k_2)_+ + \hat{\beta}_5 x_3 + \hat{\beta}_6 (x_3 - k_3)_+ + \hat{\beta}_7 x_4 + \hat{\beta}_8 (x_4 - k_4)_+ + \varepsilon \quad (5)$$

Begitu pula untuk spline dengan menggunakan 2 titik knot, 3 titik knot, dan 4 titik knot.

D. Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimal dilakukan dengan mencari nilai GCV terendah yang dihasilkan. GCV yang dihasilkan dengan menggunakan 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, dan kombinasi knot ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai GCV minimum dihasilkan pada saat menggunakan kombinasi knot yakni sebesar 0,174193.

E. Pemodelan Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) dengan Titik Knot Optimal

Nilai GCV minimum dari nilai-nilai GCV dengan menggunakan 1 titik knot, 2 titik knot, 3 titik knot, 4 titik knot, dan kombinasi knot dihasilkan pada penggunaan knot kombinasi yakni sebesar 0,174193. Pemodelan laju pertumbuhan ekonomi menggunakan titik knot optimal ditunjukkan pada Persamaan (10) berikut.

$$\begin{aligned} \hat{y} = & -0,00143 + 0,05849x_1 + 0,18078(x_1 - 67,82265)_+ + \\ & - 0,00073x_2 + 0,00964(x_2 - 1084,109)_+ + \\ & - 0,13065(x_2 - 1577,428)_+ + 0,36487(x_2 - 1741,867)_+ + \\ & - 0,35601(x_2 - 2892,945)_+ - 0,00675x_3 + \\ & 0,02802(x_3 - 105,1224)_+ + 0,02446(x_3 - 169,2041)_+ + \\ & - 0,05269(x_3 - 185,2245)_+ + 0,01237x_4 + \\ & - 0,00418(x_4 - 361,8215)_+ - 0,09664(x_4 - 445,5108)_+ + \\ & 0,08947(x_4 - 473,4072)_+ - 0,01222(x_4 - 668,6823)_+ \end{aligned}$$

F. Uji Parameter

Terdapat dua uji estimasi parameter yang dilakukan yakni uji parameter secara serentak dan uji secara individu. Hasil uji estimasi parameter secara serentak disajikan dalam bentuk tabel yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Nilai statistik uji F sebesar 7,84066 dengan p -value sebesar 1,30711e-05. Bila p -value dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan yakni 0,05 maka dapat diambil keputusan tolak H_0 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu variabel yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Terjadinya tolak H_0 mengindikasikan perlu dilakukan uji individu untuk mengetahui variabel mana saja yang memberikan pengaruh signifikan terhadap model. Hasil uji individu disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan terdapat 10 parameter yang menghasilkan p -value kurang dari tingkat signifikansi yang digunakan 0,05 yakni parameter dari variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD), jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS), dan Dana Aliran Umum (DAU). Jadi dapat disimpulkan bahwa semua variabel tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap model.

G. Uji Asumsi Residual

Uji asumsi residual (*goodness of fit*) dilakukan untuk mengetahui apakah residual yang dihasilkan dari model regresi tersebut telah memenuhi asumsi yakni identik, independen, dan berdistribusi normal. Hasil uji identik dapat dilihat pada Tabel 5.

Nilai statistik uji F sebesar 1,9340. P -value yang dihasilkan pada uji Glejser menunjukkan angka 0,0784. Hal ini mengindikasikan terjadinya gagal tolak H_0 , yakni tidak terdapat heteroskedastisitas atau dengan kata lain asumsi identik pada residual telah terpenuhi.

Hasil uji independen residual divisualisasikan pada Gambar 3. Gambar 3 (kiri) menunjukkan bahwa tidak terdapat pola tertentu yang terbentuk pada sebaran plot. Gambar 3 (kanan) juga menunjukkan bahwa lag ke 1 hingga lag ke 38 berada dalam batas toleransi yang mengindikasikan bahwa residual memenuhi asumsi independen.

Hasil uji distribusi normal residual ditunjukkan oleh *QQ plot* pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan bahwa sebaran plot pada *QQ plot* menyebar di sekitar garis lurus yang mengindikasikan bahwa residual mengikuti distribusi normal. Hasil yang sama juga dijelaskan dengan statistik uji pada uji Kolmogorov Smirnov sebesar 0,134 dan p -value sebesar 0,083. P -value yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan tingkat signifikansi yang digunakan yakni 0,05,

Tabel 3.
ANOVA

Sumber Variasi	df	SS	MS	F	P-value
Regresi	16	13,25406	0,82838		
Error	21	2,218684	0,10565	7,84066	1,30711e-05
Total	37	15,47274	-		

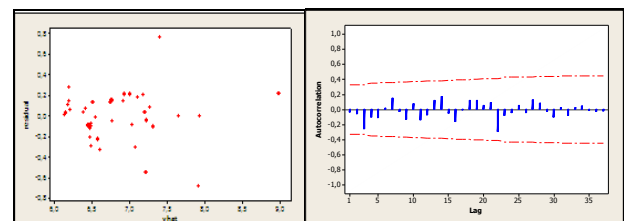
Tabel 4.
Uji Individu

Variabel	Parameter	Estimator	t_{hit}	P-value
Konstan	β_0	0,05849	2,20719	0,03856*
	β_1	0,18078	2,03091	0,05511
	β_2	-0,00073	-0,80075	0,43225
	β_3	0,00964	5,97924	6,19507e-06*
	β_4	-0,13065	-6,32413	2,85496e-06*
x_2	β_5	0,36487	6,10917	4,61929e-06*
	β_6	-0,35601	-6,06840	5,06379e-06*
	β_7	-0,00675	-2,35173	0,02852*
	β_8	0,02802	3,16906	0,00462*
	β_9	0,02446	0,89494	0,38096
x_3	β_{10}	-0,05269	-2,36149	0,02794*
	β_{11}	0,01237	1,88221	0,07374
	β_{12}	-0,00418	-0,18843	0,85235
	β_{13}	-0,09664	-1,85106	0,07828
	β_{14}	0,08947	2,45806	0,02274*
x_4	β_{15}	-0,01222	-4,68534	0,00013*
	β_{16}	0,05849	2,20719	0,03856*

*variabel memberikan pengaruh yang signifikan

Tabel 5.
ANOVA Uji Glejser

Sumber Variasi	df	SS	MS	F	P-value
Regresi	16	0,6576	0,0411		
Error	21	0,4463	0,0213	1,9340	0,0784
Total	37	1,1039	-		



Gambar 3. Scatterplot dan Plot ACF

sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa residual berdistribusi normal.

H. Interpretasi Model

Nilai koefisien determinasi mencapai angka 85,66%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang terbentuk layak digunakan untuk memodelkan pola data. Interpretasi dari

model pada Persamaan (8) dilakukan terhadap variabel yang signifikan. Adapun interpretasi dari model regresi diatas adalah sebagai berikut.

1. Apabila variabel x_2 , x_3 , dan x_4 konstan maka pengaruh Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (x_1) terhadap persentase Laju Pertumbuhan Ekonomi (y) adalah:

$$\hat{y} = -0,00143 + 0,05849x_1 + 0,18078(x_1 - 67,82265)_+ \\ = \begin{cases} -0,00143 + 0,05849x_1 & ; x_1 < 67,82265 \\ -12,26241 + 0,23927x_1 & ; x_1 \geq 67,82265 \end{cases}$$

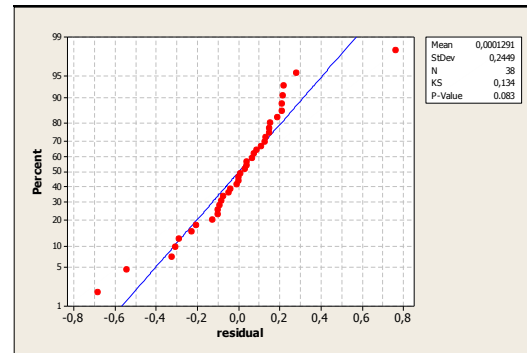
Interpretasi dari model diatas adalah pada saat Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) kurang dari 67,82265 persen maka bila persentase Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) naik sebesar satu persen, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung naik sebesar 0,05849 persen. Kabupaten/kota yang termasuk dalam wilayahnya adalah Kabupaten Bangkalan, Kota Kediri, Kota Blitar, dan Kota Malang.

2. Apabila variabel x_1 , x_3 , dan x_4 konstan maka pengaruh Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (x_2) terhadap persentase Laju Pertumbuhan Ekonomi (y) adalah:

$$\hat{y} = -0,00143 - 0,00073x_2 + 0,00964(x_2 - 1084,109)_+ + \\ -0,13065(x_2 - 1577,428)_+ + 0,36487(x_2 - 1741,867)_+ + \\ -0,35601(x_2 - 2892,945)_+ \\ = \begin{cases} -0,00143 - 0,00077x_2 & ; x_2 < 1084,109 \\ -10,45224 + 0,00891x_2 & ; 1084,109 < x_2 < 1577,428 \\ 195,63873 - 0,12174x_2 & ; 1577,428 < x_2 < 1741,867 \\ -439,91628 + 0,24313x_2 & ; 1741,867 < x_2 < 2892,945 \\ 590,00107 - 0,11288x_2 & ; x_2 \geq 2892,945 \end{cases}$$

Interpretasi dari model diatas adalah pada saat Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) terletak diantara segmen 1084,109 dan 1577,428 milyar rupiah maka bila Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) naik sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung naik 0,00891 persen, kabupaten/kota yang masuk diwilayah ini diantaranya adalah Pacitan, Tulungagung, Bondowoso, Situbondo, Mojokerto, Madiun, Magetan, Ngawi, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun, dan Kota Batu. Sedangkan jika Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) terletak diantara 1577,428 dan 1741,867 milyar rupiah maka bila Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) naik sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung turun 0,12174 persen yaitu Kabupaten Trenggalek. Jika Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) terletak diantara 1741,867 dan 2892,945 milyar rupiah maka bila Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) naik sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung naik 0,24313 persen yaitu Kabupaten Malang dan Sidoarjo. Sedangkan apabila Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) terletak lebih dari atau sama dengan 2892,945 milyar rupiah maka bila Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) naik

sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung turun 0,11288 persen.



Gambar 4. QQ PLot

3. Apabila variabel x_1 , x_2 , dan x_4 konstan maka pengaruh jumlah Industri Besar dan Sedang (x_3) terhadap persentase Laju Pertumbuhan Ekonomi (y) adalah:

$$\hat{y} = -0,00143 - 0,00675x_3 + 0,02802(x_3 - 105,1224)_+ + \\ 0,02446(x_3 - 169,2041)_+ - 0,05269(x_3 - 185,2245)_+ \\ = \begin{cases} -0,00143 - 0,00675x_3 & ; x_3 < 105,1224 \\ -2,94696 + 0,02127x_3 & ; 105,1224 < x_3 < 169,2041 \\ -7,08569 + 0,04573x_3 & ; 169,2041 < x_3 < 185,2245 \\ 2,67379 - 0,00696x_3 & ; x_3 \geq 185,2245 \end{cases}$$

Interpretasi dari model diatas adalah pada saat jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) kurang dari 105,1224 \approx 105 industri maka bila jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) bertambah satu buah industri, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung turun sebesar 0,00675 persen, meliputi daerah kabupaten/kota Ponorogo, Trenggalek, Kediri, Bondowoso, Probolinggo, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Lamongan, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Blitar, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto, Madiun, dan Batu. Pada saat jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) berkisar antara 105-169 industri maka bila jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) bertambah satu buah industri, laju pertumbuhan ekonomi Jawa Timur cenderung naik sebesar 0,02127 persen, yaitu Kabupaten Blitar, Lumajang, Jember, Situbondo, Jombang, dan Tuban. Sedangkan pada saat jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) lebih dari 185 industri maka bila jumlah Industri Besar dan Sedang (IBS) bertambah satu buah industri, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung turun sebesar 0,00696 persen, yaitu meliputi kabupaten/kota Tulungagung, Malang, Banyuwangi, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Gresik, Kota Malang, dan Kota Surabaya.

4. Apabila variabel x_1 , x_2 , dan x_3 konstan maka pengaruh dana aliran umum (DAU) (x_4) terhadap persentase laju pertumbuhan ekonomi (y) adalah sebagai berikut:

$$y = -0,00143 + 0,01237x_4 - 0,00418(x_4 - 361,8215)_+ + \\ - 0,09664(x_4 - 445,5108)_+ + 0,08947(x_4 - 473,4072)_+ + \\ - 0,01222(x_4 - 668,6823)_+$$

$$= \begin{cases} -0,00143 + 0,01237x_4 & ; x_4 < 361,8215 \\ 1,51098 + 0,00819x_4 & ; 361,8215 < x_4 < 445,5108 \\ 44,56515 - 0,08845x_4 & ; 445,5108 < x_4 < 473,4072 \\ 2,20941 + 0,00102x_4 & ; 473,4072 < x_4 < 668,6823 \\ 10,38070 - 0,0112x_4 & ; x_4 \geq 668,6823 \end{cases}$$

Interpretasi dari model diatas adalah pada saat Dana Aliran Umum (DAU) berkisar antara 473,4072-668,6823 milyar rupiah maka bila Dana Aliran Umum (DAU) naik sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung naik sebesar 0,00102 persen, wilayah yang termasuk dalam cakupannya adalah Kabupaten Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Lumajang, Bonmdowoso, Situbondo, Probolinggo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Tuban, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, dan Kota Malang. Apabila Dana Aliran Umum (DAU) lebih dari atau sama dengan 668,6823 milyar rupiah maka bila Dana Aliran Umum (DAU) naik sebesar satu milyar rupiah, Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE) Jawa Timur cenderung turun sebesar 0,0112 persen, yaitu meliputi Tulungagung, Kediri, Malang, Jember, Banyuwangi, Nganjuk, Lamongan, dan Kota Surabaya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang memiliki laju pertumbuhan ekonomi tertinggi ialah Kabupaten Bojonegoro sebesar 9,2%. Sedangkan kota/kabupaten yang memiliki laju pertumbuhan ekonomi terendah ialah Kabupaten Sampang yang menunjukkan angka 6,14%. Semua variabel signifikan terhadap model yakni variabel tingkat partisipasi angkatan kerja (x_1), anggaran pendapatan dan belanja daerah (x_2), jumlah industri sedang/besar (x_3), dan dana aliran umum (x_4). Model regresi spline tersebut menghasilkan koefisien determinasi sebesar 85,66%. Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah penambahan orde pada model regresi nonparametrik spline dengan berbagai kombinasi titik knot dan penambahan variabel khususnya dibidang sosial ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukirno, Sadono. (2003). *Pengantar Teori Makro Ekonomi*. Jakarta: PT Raja Graamedia Persada.
- [2] Badan Pusat Statistik (BPS). (2011). *Jatim Dalam Angka 2011*. Publikasi BPS, Jawa Timur.
- [3] Pancawati, N. (2000). Pengaruh Rasio Kapital-Tenaga Kerja, Tingkat pendidikan, Stok Kapital dan Pertumbuhan Penduduk Terhadap Tingkat Pertumbuhan GDP Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*. Vol.15, No.02, Universitas Gajah Mada.
- [4] Edi, Y.S. (2012). *Quasi-Maximum Likelihood Untuk Regresi Panel Spasial (Studi Kasus: Laju Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur 2007-2009)*. Thesis, Statistika-FMIPA, ITS, Surabaya.

- [5] Mubarak, Reza. (2012). *Analisis Regresi Spline Multivariabel Untuk Pemodelan Kematian Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Jawa Timur*. Tugas Akhir, Statistika-FMIPA, ITS, Surabaya.
- [6] Budiantara, I. N. (2009). *Spline Dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Datang*. Surabaya: ITS Press.
- [7] Wahba, G. (1990). *Spline Models For Observasion Data*. SIAM: Pennsylvania.
- [8] Eubank, R.L. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. Mercel Dekker, New York.
- [9] Hardle, W. (1990). *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- [10] Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*, Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS, Surabaya.
- [11] Gujarati, N. D. 1992. *Essentials of Econometrics*. Jilid I. Terjemahan Julius A. Mulyadi dan Yelvi Andri. Jakarta: Erlangga.